

Pengaruh Waktu Penggilingan Terhadap Kadar Zat Besi dalam Ampas Sari Kedelai Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis

Ferry Riyanto Harisman, Djarot Sugiarso
Jurusan Kimia, FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111
E-mail : djarot@chem.its.ac.id

Abstrak - Telah dilakukan penelitian mengenai pengaruh waktu penggilingan dalam pembuatan sari kedelai terhadap kadar total zat besi yang tertinggal dalam ampas sari kedelai menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Pengukuran dilakukan dengan mengkomplekskan besi dengan 1,10-fenantrolin membentuk besi(II)-fenantrolin. Panjang gelombang maksimum yang didapat sebesar 511 nm. Penelitian dilakukan dengan mengukur kadar besi dalam kedelai tanpa penggilingan (dilabeli sebagai GM 1) dan 4 kedelai dengan variasi waktu penggilingan selama 15 detik, 30 detik, 45 detik, dan 60 detik (dilabeli GM 2, GM 3, GM 4, GM 5). Hasil yang didapat yakni GM 1 mengandung besi sebanyak 7,082 gram, GM 2 sebanyak 6,832 gram, GM 3 sebanyak 6,120 gram, GM 4 sebanyak 4,867 gram, dan GM 5 sebanyak 4,444 gram. Hasil didapat menunjukkan adanya pengaruh yang linier antara waktu penggilingan dan kadar total zat besi dalam ampas sari kedelai.

Kata kunci : 1,10-fenantrolin, Besi(II)-fenantrolin, Kadar Besi, Kedelai, Spektrofotometer UV-Vis.

I. PENDAHULUAN

Berbagai macam jenis mineral terdapat di dalam tubuh manusia. Mineral-mineral ini memiliki fungsi dan peranan masing-masing yang semuanya penting untuk tubuh, diantaranya sebagai pengatur kinerja enzim, pengatur keseimbangan asam-basa, pengatur kepekaan otot dan saraf, dan juga sebagai pemelihara bagian tubuh baik dari tingkat sel hingga jaringan tubuh [1].

Zat besi merupakan salah satu dari mineral mikro yang dibutuhkan oleh tubuh. Mineral mikro adalah mineral yang dibutuhkan oleh tubuh minimal 10 mg/hari. Mineral mikro hanya dikonsumsi dalam jumlah kecil karena jika dalam jumlah besar akan mengakibatkan keracunan bahkan kematian mengingat sebagian besar mineral mikro adalah ion logam berat. Zat besi sendiri berperan sebagai bahan baku dalam proses pembentukan darah [2]. Besi yang dikonsumsi ini bukanlah besi yang biasa digunakan sebagai bahan baku pembuatan paku, namun besi dalam bentuk ionnya, yaitu ferri (Fe^{2+}) dan ferro (Fe^{3+}).

Salah satu bahan olahan pangan yang mengandung zat besi di dalamnya adalah sari kedelai. Sari kedelai dibuat dengan menghancurkan kedelai bersih yang dicampur air dengan cara digiling dalam satu wadah. Harga sari kedelai yang jauh lebih murah dari susu sapi serta rasa sari kedelai yang khas membuatnya digemari masyarakat. Selain memiliki rasa yang khas, ternyata sari kedelai memiliki nilai gizi yang tidak terpisahkan jauh dari susu sapi. Sebagai contoh, sari kedelai memiliki kandungan protein sebesar

3,60 g/100 g dan zat besi sebesar 1,20 mg/100 g, sedangkan susu sapi memiliki kandungan protein 2,96 g/100g dan zat besi sebesar 0,10 mg/100g [3]. Dengan demikian, merupakan sebuah kewajaran jika setiap hari semakin banyak penduduk di Indonesia mengonsumsi sari kedelai sebagai pengganti susu sapi. Akan tetapi, jika teknik pembuatan/pengolahan yang dilakukan salah, maka dapat menurunkan nilai gizi dari sari kedelai tersebut. Padahal produsen kecil dan menengah juga tidak pernah melakukan pengecekan terhadap nilai gizi hasil produksinya dikarenakan keterbatasan dana dan juga kemampuan. Maka dari itu dalam penelitian tugas akhir ini akan dibahas mengenai pengaruh lama waktu penggilingan kedelai dalam proses pembuatan sari kedelai terhadap banyaknya zat besi yang tertinggal dalam ampas sari kedelai. Dasar pemikiran yang dipakai yaitu dalam keadaan ideal, massa sebelum reaksi dan massa sesudah reaksi adalah tetap sehingga bila diketahui massa zat besi yang terdapat di dalam kacang kedelai dan juga ampas sari kedelai maka dapat diketahui pula massa zat besi yang terserap ke dalam sari kedelai.

Metode yang akan digunakan untuk menentukan kadar total besi dalam ampas sari kedelai yakni dengan spektrofotometer UV-VIS. Metode ini diawali dengan mereduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} sebelum dikomplekskan dengan ortho-fenantrolin membentuk warna jingga yang kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Agen pereduksi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu natrium tiosulfat karena dari penelitian yang dilakukan oleh Amelia diketahui bahwa natrium tiosulfat dengan konsentrasi 11 ppm sudah mampu mereduksi besi(III) 5 ppm dan menghasilkan *persen recovery* hingga 99,2438% [4]. Untuk optimasi, larutan buffer asetat dengan pH 4,5 juga digunakan sebagai pengatur keasaman lingkungan serta etilendiamintetraasetat atau yang biasa disebut sebagai EDTA juga disertakan sebagai agen penopeng agar ion logam berat lain yang ada di dalam sampel tidak mengganggu pengukuran [5].

II. URAIAN PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan larutan Fe(III) 5 ppm sebagai larutan standar, larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 100 ppm sebagai pereduksi, dan larutan 1,10-fenantrolin 1000 ppm sebagai pengompleks. Penambahan larutan buffer asetat pH 4,5 berfungsi untuk mempertahankan pH 4,5 yang merupakan pH optimum pada kondisi asam dan larutan CH_3COOH sebagai pelarut. Campuran tersebut diencerkan dengan aqua

DM hingga volume larutan 10 mL, dikocok dan didiamkan selama 5 menit. Absorbansi untuk penentuan panjang gelombang maksimum diukur pada panjang gelombang 450-600 nm. Pembuatan kurva kalibrasi menggunakan prosedur yang sama dengan variasi konsentrasi Fe(III) dengan rentang 1-5 ppm.

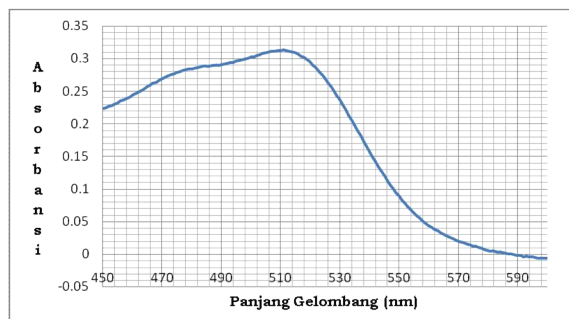
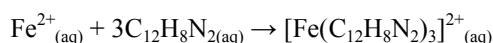
Pada penentuan absorbansi sampel, kacang kedelai (GM1) digiling kering lalu diabukan di dalam *furnace* sebelum diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum. Sedangkan untuk sampel ampas sari kedelai (GM 2-GM 5), kacang kedelai direndam selama ± 5 jam sebelum akhirnya digiling basah. Ampas yang di dapat kemudian diabukan dalam *furnace* lalu diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

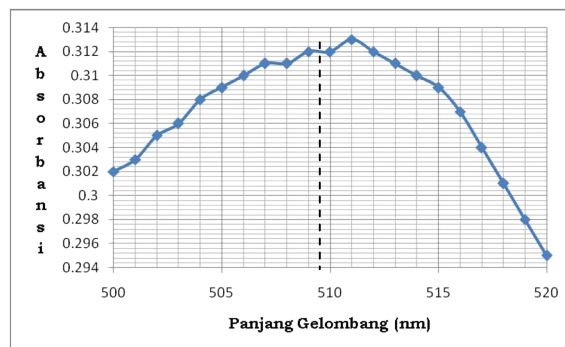
Penentuan panjang gelombang maksimum dari kompleks besi(II)-fenantrolin merupakan langkah awal dalam penelitian ini. Pengukuran dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis model GENESYS-10S. Hasil yang didapat dari pengukuran merupakan kurva hubungan antara absorbansi dengan panjang gelombang dari suatu larutan baku pada konsentrasi tertentu.

Penentuan panjang gelombang maksimum ditentukan berdasarkan reaksi besi(II) dan pengompleks 1,10-fenantrolin. Reaksi yang terjadi pada pembentukan kompleks besi(II)-1,10-fenantrolin sebagai berikut:



Gambar 3. 1. Kurva Absorbansi pada daerah 450-600 nm

Hasil pengukuran panjang gelombang maksimum dapat dilihat pada Gambar 3.1. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa panjang gelombang maksimum larutan standar besi berada pada daerah 500-520 nm karena pada daerah tersebut terdapat absorbansi maksimum yang ditandai dengan adanya puncak tertinggi. Dengan begitu belum dapat diketahui dengan pasti panjang gelombang maksimum dari larutan standar besi. Untuk mengetahui lebih jelas, maka dilakukan pengukuran kembali pada rentang 500-520 nm. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 3.2.

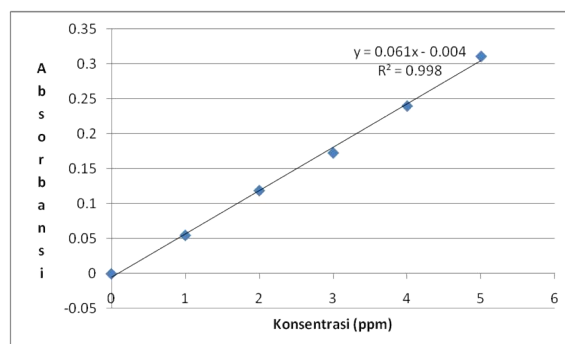


Gambar 3. 2. Absorbansi pada rentang 500-520 nm

Berdasarkan Gambar 3.2. diketahui ternyata absorbansi maksimum larutan standar besi berada pada panjang gelombang 511 nm dengan absorbansi maksimumnya 0,313. Panjang gelombang maksimum menunjukkan kepekaan tertinggi dan kesalahan terkecil sehingga pengukurannya akurat. Panjang gelombang ini selanjutnya digunakan sebagai patokan untuk pengukuran absorbansi maksimum pada tahap-tahap selanjutnya.

3.2. Pembuatan Kurva Kalibrasi

Kurva kalibrasi merupakan suatu garis yang diperoleh dari titik-titik yang menyatakan suatu konsentrasi terhadap absorbansi yang diserap setelah dilakukan analisa regresi linier. Konsentrasi besi secara spektrofotometri UV-Vis ditentukan berdasarkan kurva kalibrasi yang dibuat dengan mengukur absorbansi larutan standar besi dengan variasi 0-5 ppm.



Gambar 3. 3. Kurva Kalibrasi Larutan Standar

Pada penelitian ini didapatkan persamaan regresi sederhana $y = 0,061x - 0,004$ dan koefisien regresi (R^2) sebesar 0,998 dengan koefisien korelasi (r) sebesar 0,999. Koefisien regresi (R^2) sebesar 0,998 menyatakan bahwa terdapat korelasi yang erat dan linearitas yang baik antara konsentrasi larutan besi dengan absorbansinya. Hal ini dikarenakan nilai kisaran R^2 berada pada rentang $0,9 < R^2 < 1$. Nilai r sebesar 0,999 menyatakan semua titik terletak pada garis lurus yang lerengnya positif karena nilai berada pada $-1 \leq r \leq 1$. Dengan persamaan regresi ini, konsentrasi besi didalam sampel dapat diketahui dengan memasukkan nilai absorbansi sampel ke dalam nilai y . Akan tetapi, nilai konsentrasi yang dihasilkan tidak boleh melebihi konsentrasi maksimum yang terdapat dalam kurva kalibrasi karena diluar kurva kalibrasi linearitas antara sumbu- x dan sumbu- y belum teruji. Jika ternyata konsentrasi sampel melebihi konsentrasi maksimum, maka perlu dilakukan pengenceran lebih lanjut.

Uji-t telah dilakukan terhadap nilai koefisien regresi (R^2) untuk menguji kelayakan kurva kalibrasi. Dari perhitungan yang telah dilakukan diperoleh nilai t_{hitung} adalah 44,677. Nilai tersebut kemudian dibandingkan dengan nilai t_{tabel} . Dengan selang kepercayaan 95% dan derajat kebebasan 4, maka nilai kritik sebaran t adalah sebesar 2,78. Dari tabel dapat dilihat bahwa nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$, maka hipotesis H_0 ditolak dan dapat disimpulkan bahwa terdapat korelasi yang linear antara konsentrasi larutan senyawa kompleks besi(II)-fenantrolin (sumbu- x) dengan absorbansi (sumbu- y).

3.3. Penentuan Kadar Total Besi Dalam Kacang Kedelai

Zat gizi yang dimiliki oleh kedelai terletak di dalam biji yang dilindungi oleh dinding biji yang cukup keras sehingga untuk mengekstraknya diperlukan metode-metode tertentu. Untuk penentuan kadar total besi dalam kedelai (GM 1), kedelai dihancurkan dengan *blender dry mill* sampai halus sehingga dinding biji kedelai hancur dan didapatkan padatan isi biji yang mengandung banyak zat gizi termasuk zat besi di dalamnya. Padatan ini kemudian diabukan untuk menghilangkan senyawa-senyawa ataupun atom-atom organik yang dapat mengganggu saat pengukuran. ketika diabukan, atom-atom organik tersebut akan berikatan dengan atom oksigen dan membentuk senyawa gas yang keluar saat pengabuan berlangsung. Sedangkan atom-atom anorganik seperti besi juga akan bereaksi dengan oksigen membentuk padatan oksida.

Salah satu syarat sampel yang dapat diukur oleh spektrofotometer UV-Vis adalah berbentuk *liquid* (cair), maka dari itu padatan oksida yang dihasilkan ditambah dengan HCl dan aqua DM agar semua padatan oksida tersebut larut. Larutan ini kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Absorbansi yang didapat yakni 0,156 dan 0,160 sehingga absorbansi rata-ratanya 0,158. Setelah melalui perhitungan didapatkan bahwa kedelai mengandung sebanyak 7,082 mg zat besi. Nilai ini kemudian dipakai sebagai acuan kadar total besi dalam kedelai untuk pengukuran selanjutnya.

3.4. Penentuan Kadar Total Besi dalam Ampas Sari Kedelai

Proses pembuatan sari kedelai ternyata dapat dikategorikan sebagai proses ekstraksi padat-cair (*leaching*) dimana *solute* (zat yang akan diekstrak) berupa padatan isi biji kedelai dan *solvent* (pelarutnya) adalah aqua DM. Dalam proses ekstraksi ini menghasilkan dua fasa seimbang yaitu rafinat dan ekstrak dimana rafinat adalah ampas sari kedelai yang masih mengandung beberapa zat gizi dan ekstrak adalah larutan yang berisi *solvent* dan zat gizi terlarut. Ada beberapa hal yang dapat mempengaruhi konsentrasi zat gizi terlarut dalam ekstrak (terutama zat besi), diantaranya yaitu lama waktu pengadukan dengan *blender*.

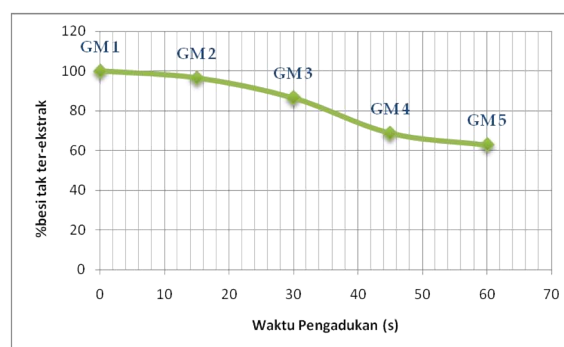
Sebelum dilakukan ekstraksi, kedelai direndam dalam terlebih dahulu selama 5 jam untuk melunakkan dinding biji kedelai. Dinding biji kedelai yang keras menyulitkan proses ekstraksi karena *blender* tidak mampu memecah dinding biji kedelai sehingga proses ekstraksi akan berjalan kurang sempurna. Dengan direndam dalam air selama 5 jam, proses difusi air ke dalam biji kedelai akan

melunakkan dinding biji kedelai sehingga biji lebih mudah dihancurkan.

Penggilingan biji kedelai dengan air dilakukan masing-masing selama 15 detik (GM 2), 30 detik (GM 3), 45 detik (GM 4), dan 60 detik (GM 5). Ampas sari yang didapat kemudian diperlakukan sesuai prosedur dan dihitung konsentrasi besi yang tertinggal. Dengan memasukkan data GM 1 sebagai perbandingan, berikut data hasil perhitungan konsentrasi besi dari ampas sari kedelai yang ditunjukkan Tabel 3. 1. Berdasarkan Tabel 3. 1. dibuat grafik hubungan antara waktu pengadukan dengan kadar besi tak ter-ekstrak yang ditunjukkan Gambar 3. 4.

Tabel 3. 1.
Kadar Total Besi dalam Kedelai dan Ampas Sari Kedelai

Nama	Waktu (s)	Absorbansi	Absorbansi Rata-rata	Kadar Besi (mg)
GM 1	0	0,158 0,160	0,158	7,082
GM 2	15	0,226 0,222	0,224	6,832
GM 3	30	0,224 0,225	0,224	6,120
GM 4	45	0,168 0,171	0,169	4,867
GM 5	60	0,148 0,145	0,146	4,444



Gambar 3. 4. Grafik Hubungan antara Waktu Pengadukan dengan %besi Tak Terekstrak

Ketika mata pisau *blender* berputar, dinding biji kedelai beserta isinya akan terpotong menjadi potongan yang kecil-kecil. Semakin lama mata pisau berputar, semakin kecil potongan dari biji kedelai. Proses ini menjadikan luas permukaan kedelai menjadi lebih luas, dengan begitu kelarutan dari kedelai juga semakin tinggi sehingga semakin banyak zat besi yang terekstrak. Sesuai yang dikutip dalam [6], ada beberapa hal yang mempengaruhi kelarutan suatu zat terlarut, diantaranya adalah pengadukan dan luas permukaan zat terlarut. Semakin besar luas permukaan partikel *solute*, maka semakin banyak partikel *solute* yang bertabrakan dengan partikel *solvent* sehingga reaksi antara *solute* dan *solvent* akan lebih cepat terjadi. Pengadukan mendukung partikel *solute* untuk semakin sering bertabrakan dengan partikel *solvent*. Semakin lama pengadukan, tabrakan antara kedua partikel ini semakin sering terjadi dan menghasilkan energi kinetik yang cukup untuk mengaktifasi reaksi antara *solute* dengan *solvent*.

Fenomena ini terlihat dalam Gambar 3. 4. dengan bertambahnya waktu pengadukan, luas permukaan kedelai menjadi semakin besar sehingga kelarutan kedelai (*solute*) di dalam air (*solvent*) semakin bertambah. Dengan begitu

semakin berkurang pula %besi tak terk-ekstrak dalam ampas sari kedelai yang artinya semakin banyak zat besi yang terkandung di dalam sari kedelai.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kadar besi sebesar 7,082 mg (GM 1), 6,832 mg (GM 2), 6,120 mg (GM 3), 4,867 mg (GM 4), 4,444 mg (GM 5). Dengan begitu dapat disimpulkan bahwa lama waktu penggilingan berbanding terbalik dengan kadar zat besi dalam ampas sari kedelai sehingga semakin lama digiling maka zat besi dalam ampas sari kedelai semakin sedikit, dengan demikian zat besi dalam susu kedelai semakin banyak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Drs. R. Djarot Sugiarto K. S., MS. atas bimbingannya sampai terselesainya tugas akhir ini. Bapak dan Ibu dosen Kimia FMIPA ITS atas semua ilmu yang telah diberikan. Orang tua dan keluarga di Bangil dan Surabaya yang senantiasa memberikan motivasi dan do'a, serta teman-teman Jurusan Kimia atas semangat dan dukungan sampai terselesainya tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Almatsier, S. 2002. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- [2] Moehji, S. 1992. Penyelenggaraan Makanan Institusi dan Jasa Boga. Jakarta : Bharata.
- [3] Pamungkasari, Dewi. 2008. Kajian Penggunaan Susu Kedelai Sebagai Substitusi Susu Sapi Terhadap Sifat Es Krim Ubi Jalar (*Ipomoea Batatas*). Semarang : Tugas Akhir Jurusan Teknologi Hasil Pertanian FAKULTAS PERTANIAN UNDIP.
- [4] Amelia, P. 2004. Optimasi pH Buffer Asetat dan Konsentrasi Larutan Pereduksi Natrium Tiosulfat dalam Penentuan Kadar Besi Secara Spektrofotometri UV-Vis. Surabaya : Tugas Akhir Jurusan Kimia ITS.
- [5] Eriko. 2007. Studi Perbandingan Penambahan Agen Penopeng Tartrat dan EDTA dalam Penentuan Kadar Besi pada pH 4,5 dengan Pengompleks Orto Fenantrolin secara Spektrofotometri UV-VIS. Surabaya : Tugas Akhir Jurusan Kimia FMIPA ITS.
- [6] Chang, Raymond. 2004. General Chemistry : The Essential Concepts. New York : The Mc Graw Hill Companies.